

Rec'd PCT/PTO 28 MAY 2002

10/089702

Practitioner's Docket No. U 013961-3

PATENT

75

CHAPTER II

IN THE UNITED STATES ELECTED OFFICE (EO/US)

INTERNATIONAL APPLICATION NO.	INTERNATIONAL FILING DATE	PRIORITY DATE CLAIMED
PCT/RU00/00386	28 SEPTEMBER 2000	5 OCTOBER 1999
TITLE OF INVENTION		
HIGHLY RESISTANT ALUMINUM-BASED ALLOY AND ARTICLE MADE FROM SAID ALLOY		
APPLICANT(S)		

1. IOSIF NAUMOVICH FRIDLYANDER
2. EVGENY NIKOLAEVICH KABLOV
3. EVGENIYA ANATOLIEVNA TKACHENKO
4. VLADIMIR NIKOLAEVICH SAMONIN
5. VIKTOR YAKOVLEVICH VALKOV

Box PCT

Assistant Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

TRANSMITTAL OF CERTIFIED COPY
AND ENGLISH TRANSLATION THEREOF

Attached please find the certified copy of the foreign application from which priority is claimed for this case:

CERTIFICATION UNDER 37 C.F.R. 1.10*

(Express Mail label number is *mandatory*.)
(Express Mail certification is *optional*.)

I hereby certify that this Completion of Filing Requirements and the papers indicated as being transmitted therewith are being deposited with the United States Postal Service on this date MAY 22, 2002, in an envelope as "Express Mail Post Office to Addressee," Mailing Label Number EV 011022245 US, addressed to the: Assistant Commissioner for Patents, Washington, D.C. 20231.

IBIS CARRILLO

(type or print name of person mailing paper)



Signature of person mailing paper

WARNING:

Certificate of mailing (first class) or facsimile transmission procedures of 37 C.F.R. 1.8 cannot be used to obtain a date of mailing or transmission for this correspondence.

***WARNING:**

Each paper or fee filed by "Express Mail" must have the number of the "Express Mail" mailing label placed thereon prior to mailing. 37 C.F.R. 1.10(b).

"Since the filing of correspondence under § 1.10 without the Express Mail mailing label thereon is an oversight that can be avoided by the exercise of reasonable care, requests for waiver of this requirement will not be granted on petition." Notice of Oct. 24, 1996, 60 Fed. Reg. 56,439, at 56,442.

(Transmittal of Certified Copies—page 1 of 2) 5-5

Country: RUSSIA

Application Number: 99120975

Filing Date: OCTOBER 5, 1999

WARNING: *"When a document that is required by statute to be certified must be filed, a copy, including a photocopy or facsimile transmission of the certification is not acceptable." 37 C.F.R. 1.46 (emphasis added).*

Reg. No.: 30,086

Tel. No.: (212)708-1890

Customer No.: 00140



SIGNATURE OF PRACTITIONER

CLIFFORD J. MASS

(type or print name of practitioner)

LADAS & PARRY

P.O. Address

26 WEST 61ST STREET
NEW YORK, N.Y. 10023

NOTE: *"The claim to priority need be in no special form and may be made by the attorney or agent, if the foreign application is referred to in the oath or declaration, as required by § 1.63." 37 C.F.R. 1.55(a).*

СТ/РТО 22 MAY 2002

10/089702



ЫМ ЗНАКАМ

СОБСТВЕННОСТИ

"14"марта 2002 г.

по 1 Российского агентства
материал, что приложенные
и оного описания, формулы
полобретение № 99120975,
999).

став на основе алюми-
олненное из этого

едприятие «Всерос-
едовательский инс-
атериалов» (ВИАМ)

о Наумович
матольевна
влевич
кайлович
олаевич



ТЬ КОПИЮ

**Высокопрочный сплав на основе алюминия и изделие,
выполненное из этого сплава**

МКИ С 22 С 21/00, 21/18

Предлагаемое изобретение относится к области металлургии, в частности, к высокопрочным сплавам на основе системы Al-Zn-Mg-Cu, предназначенным для изготовления прессованных, кованных и катаных полуфабрикатов, особенно с массивными сечениями, применяемым для нагруженных силовых деталей самолетов, грузовых и легковых автомобилей, морских и речных судов, сельскохозяйственной техники.

Известен сплав на основе алюминия следующего химического состава [1] (% масс.):

Zn	6,5-7,3
Mg	1,6-2,2
Cu	0,8-1,2
Fe	0,2-0,4
Si	<0,2

Этот сплав имеет недостаточно высокие прочностные свойства (σ_b , $\sigma_{0,2}$) и вязкость разрушения (K_{Ic}).

Изделия из этого сплава имеют ограниченную весовую эффективность и не высокий ресурс.

Наиболее близким аналогом, взятым за прототип, является высокопрочный сплав на основе алюминия [2] следующего состава (% масс.):

Zn	5,9-8,7
Mg	1,7-2,5
Cu	1,4-2,2
Fe	<0,14
Si	<0,11
Zr	0,05-0,15
Mn	<0,02
Cr	<0,02
Mg + Cu	<4,1

Этот сплав имеет недостаточно высокие технологические свойства - жидкотекучесть, технологическую пластичность, а также пониженный уровень вязкости разрушения (K_{Ic}).

Изделия из этого сплава, например шпангоуты, имеют неоднородные прочностные свойства и вязкость разрушения по толщине, особенно в случае массивных сечений.

Техническая задача данного изобретения-разработать сплав с улучшенными характеристиками жидкотекучести, технологической пластичности, повышенной вязкостью разрушения, а также обеспечить однородность механических свойств и вязкости разрушения по толщине изделия при сохранении высоких значений прочностных свойств и получить изделие из этого сплава, обладающее этим свойством.

Для достижения поставленной задачи предлагается сплав на основе алюминия следующего химического состава, % масс.:

Цинк	6,35-8,0
Магний	0,5-2,5
Медь	0,8-1,3
Железо	0,06-0,25
Кремний	0,01-0,20
Цирконий	0,07-0,20
Марганец	0,001-0,1
Хром	0,001-0,05
Титан	0,03-0,10
Бериллий	0,0001-0,05

и по крайней мере один элемент из группы щелочноземельных металлов:

Калий	0,0001-0,01
Натрий	0,0001-0,01
Кальций	0,0001-0,01
Алюминий	— остальное

Легирование предлагаемого сплава по сравнению с прототипом дополнительными элементами - Be и по крайней мере одним из группы щелочноземельных металлов - K, Na и Ca благодаря их взаимодействию с окисными пленками и водородом, присутствующими в металле, приводит к повышению жидкотекучести расплава при литье, что позволяет производить более эффективную фильтрацию и дегазацию расплавленного металла, т.е. повысить степень его чистоты и, как следствие, улучшить технологическую пластичность слитков.

Оптимальное соотношение Zr и Ti в сочетании с более низким содержанием Cu и в присутствии по крайней мере одного из щелочноземельных металлов - K, Na и Ca обеспечивают более высокий уровень вязкости разрушения при сохранении высокого уровня прочностных свойств благодаря снижению объемной доли первичных избыточных фаз и их измельчению, а также большую однородность механических

свойств и вязкости разрушения по толщине изделия за счет обеспечения более однородного распределения частиц вторичных фаз по объему микрозерна, что обеспечивает лучшую прокаливаемость предлагаемого сплава.

Примеры осуществления

Для проведения экспериментов были отлиты слитки из сплавов, составы которых приведены в табл.1.

Из гомогенизированных слитков методом осадки на вертикальном прессе были получены поковки толщиной (t) 60, 100, 150, 200 мм и на горизонтальном прессе были изготовлены методом прессования полосы толщиной (t) 50 и 130 мм.

Полуфабрикаты были подвергнуты термической обработке по следующему режиму: закалка - температура выдержки 470°C, время выдержки в зависимости от толщины полуфабриката колебалось от 1 до 3 часов; старение двухступенчатое по режиму 115°C, 6 час + 170°C, 10 час.

Жидкотекучесть сплавов оценивали стандартным методом по длине прямого прутка, отлитого в металлическую форму.

Технологическую пластичность определяли двумя методами: путем осадки цилиндрических образцов на прессе до появления боковой трещины и методом испытания гагаринских образцов на растяжной машине.

Прочностные свойства и вязкость разрушения сплавов определяли на стандартных образцах, вырезанных из различных зон по толщине (t)-полуфабрикатов ($1/4t$ и $1/2t$) в продольном (Д или ДП) и высотном (В или ВД) направлениях относительно направления волокна.

Результаты оценки технологических свойств сплавов, приведенные в табл.2, свидетельствуют, что сплав предлагаемого состава (№2-9), в 1.2-1,4 раза превосходит прототип по характеристикам жидкотекучести и технологической пластичности.

Как видно из таблицы 3, предлагаемый сплав превосходит известный сплав по вязкости разрушения в 1,4-1,7 раза в направлении ДП и в 1.2-1.4 раза в направлении ВД при близких значениях прочностных характеристик. Наибольшие значения вязкости разрушения получены на составах №3-5,7,9, отвечающих соотношению содержания $Ti+2Zr \leq 0,3$ и $Si:Be \geq 2$

Данные, представленные в таблице 4, свидетельствуют, что предлагаемый сплав по сравнению с прототипом обеспечивает получение более однородных механических свойств и вязкости разрушения по тол-

щине полуфабрикатов, что особенно проявляется на массивных сечениях толщиной ≥ 150 мм, у которых снижение прочностных характеристик и вязкости разрушения в зоне $\frac{1}{2} t$ в 1,5-2 раза меньше, чем у известного сплава.

Предлагаемый сплав с улучшенными характеристиками жидкотекучести, технологической пластичности, вязкости разрушения, а также более однородными прочностными свойствами и вязкостью разрушения по толщине, позволяет изготавливать широкую номенклатуру кованных, пресованных и катаных полуфабрикатов, практически любой необходимой формы и габаритов, особенно массивных сечений.

Применение сплава в изделии в виде крупногабаритных монолитных изделий с однородными свойствами позволит повысить на 10-20% весовую эффективность конструкции за счет уменьшения числа соединительных стыков и обеспечит повышение надежности в эксплуатации на 15-20% благодаря улучшению характеристики вязкости разрушения.

Улучшение технологических свойств сплава обеспечит снижение брака при изготовлении изделий из предлагаемого сплава, а применение в конструкции крупногабаритных полуфабрикатов уменьшит трудоемкость сборки и сделает изделие на 30-40% более экономичным.

При производстве и применении предлагаемого сплава и изделий из него не происходит ухудшения экологии окружающей среды по сравнению с известным сплавом.

Таблица 1

№ п/п	Сплав	Химический состав, % масс.													
		Zn	Mg	Cu	Fe	Si	Zr	Mn	Cr	Ti	Be	K	Na	Ca	Al
1	Прото-тип	6,7	2,0	1,4	0,1	0,05	0,11	0,02	0,02	-	-	-	-	-	Осталь-ное
2		Предла-гаемый	8,0	2,5	1,3	0,25	0,2	0,2	0,1	0,05	0,1	0,05	0,01	0,01	
3	4		7,0	2,0	1,1	0,13	0,1	0,13	0,05	0,03	0,06	0,025	0,005	0,005	0,005
4		5	6,35	0,5	0,8	0,06	0,01	0,07	0,001	0,001	0,03	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
5	6		6,75	1,9	1,2	0,12	0,06	0,13	0,02	0,02	0,07	0,03	-	-	0,008
6		7	6,8	2,0	1,0	0,14	0,03	0,12	0,04	0,03	0,07	0,03	-	0,01	-
7	8		6,9	1,9	1,1	0,07	0,06	0,1	0,005	0,04	0,04	0,003	0,003	-	-
8		9	7,0	2,0	1,1	0,13	0,03	0,13	0,05	0,02	0,05	0,042	0,005	-	0,01
9	7,1		1,9	1,2	0,12	0,06	0,13	0,05	0,04	0,06	0,007	-	0,0005	0,0007	-

Технологические свойства сплавов

Таблица 2

Сплав	Жидкотекучесть, мм	Технологическая пластичность, %	
		При осадке на прессе	При растяжении
1 (прототип)	270	70	85
2	360	89	135
3	370	94	140
4	370	97	138
5	380	95	135
6	365	87	133
7	375	95	145
8	360	88	135
9	385	95	143

Таблица 3

Свойства поковок толщиной 150мм в центральной зоне (1/2t).

Сплав	σ_B , МПа		$\sigma_{0,2}$, МПа		K_{1C} , МПа $\sqrt{м}$	
	Д	В	Д	В	ДП	ВД
1 (прототип)	490	467	420	405	31,5	26,2
2	528	515	485	477	45,3	31,5
3	520	510	483	470	47,5	33,0
4	495	490	448	442	50,1	34,5
5	505	490	450	440	47,7	34,3
6	508	491	451	443	45,6	32,9
7	509	489	455	450	47,0	34,0
8	512	493	450	448	46,9	32,0
9	502	495	455	450	47,5	34,5

Таблица 4

Механические свойства полуфабрикатов различной толщины.

Сплав	Вид п/ф	Толщина п/ф (t), мм	$\sigma_{0,2}(D)$, МПа		$K_{1C}(ДП)$, МПа $\sqrt{м}$		$\sigma_{0,2}(B)$, МПа		$K_{1C}(ВД)$, МПа $\sqrt{м}$	
			1/4t	1/2t	1/4t	1/2t	1/4t	1/2t	1/4t	1/2t
Прото- тип (состав №1)	Поков- ка	60	470	468	-	37,1	-	445	-	30,1
		100	465	455	37,2	34,2	440	438	440	29,3
		150	440	430	35,0	31,5	425	400	425	26,2
		200	435	416	32,1	28,3	410	390	410	23,0
Предла- гаемый сплав (состав №5)	Пресс- полоса	60	470	468	-	36,3	-	461	-	32,1
		130	455	430	35,7	33,1	440	415	440	30,8
		60	471	468	-	51,0	-	465	-	35,0
		100	465	462	49,6	49,1	460	455	460	34,8
	Поков- ка	150	455	450	48,3	47,7	445	445	445	34,3
		200	450	445	46,5	46,0	445	435	445	34,0
	Пресс- полоса	60	487	485	-	50,0	-	479	-	36,7
		130	485	485	45	48,0	483	480	483	36,0

Литература

- [1] Алюминиевые сплавы. Промышленные алюминиевые сплавы. Справочник. М., «Металлургия», 1984, с. 124.
- [2] Заявка РСТ/FR97/00144 фирмы Pechiney, Франция от 25.01.1996 г.

Формула изобретения

1. Высокопрочный сплав на основе алюминия, содержащий цинк, магний, медь, железо, кремний, цирконий, марганец, хром, отличающийся тем, что он дополнительно содержит титан, бериллий и по крайней мере, один элемент из группы щелочноземельных металлов — калий, натрий, кальций, при следующем соотношении компонентов, % масс.:

Цинк	6,35-8,0
Магний	0,5-2,5
Медь	0,8-1,3
Железо	0,06-0,25
Кремний	0,01-0,20
Цирконий	0,07-0,20
Марганец	0,001-0,1
Хром	0,001-0,05
Титан	0,03-0,10
Бериллий	0,0001-0,05

и по крайней мере один элемент из группы щелочноземельных металлов:

Калий	0,0001-0,01
Натрий	0,0001-0,01
Кальций	0,0001-0,01
Алюминий —	остальное

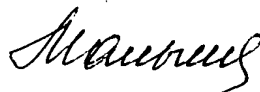
2. Высокопрочный сплав на основе алюминия по п.1, отличающийся тем, что сумма $Zr + 2Ti \leq 0,3\%$.
3. Высокопрочный сплав на основе алюминия по п.1, отличающийся тем, что соотношение $Si : Be \geq 2$.
4. Изделие, выполненное из высокопрочного сплава на основе алюминия, отличающееся тем, что сплав имеет следующий химический состав, % масс.:

Цинк	6,35-8,0
Магний	0,5-2,5
Медь	0,8-1,3
Железо	0,06-0,25
Кремний	0,01-0,20
Цирконий	0,07-0,20
Марганец	0,001-0,1
Хром	0,001-0,05
Титан	0,03-0,10
Бериллий	0,0001-0,05

и по крайней мере один элемент из группы щелочноземельных металлов:

Калий	0,0001-0,01
Натрий	0,0001-0,01
Кальций	0,0001-0,01
Алюминий	— остальное

/Начальник патентного отдела



Савельева Г.И.

Реферат

к заявке №

Высокопрочный сплав на основе алюминия и изделие,
выполненное из этого сплава.

Изобретение относится к области металлургии, в частности, к сплавам на основе системы Al-Zn-Mg-Cu, предназначенным для изготовления крупногабаритных деталей сложной формы из массивных прессованных, кованных и катаных полуфабрикатов, применяемых для внутреннего силового набора самолетных и других конструкций.

Технической задачей изобретения является улучшение технологических свойств сплавов при литье (жидкотекучесть), при деформации (технологическая пластичность), а также повышение эксплуатационных свойств (трещиностойкость) при сохранении высокого уровня прочностных характеристик.

Для достижения указанной цели сплав дополнительно содержит бериллий, титан и по крайней мере один элемент из группы щелочно-земельных металлов – калий, натрий, кальций при следующем содержании компонентов (масс. %):

Цинк	6,35-8,0	Бериллий	0,0001-0,05
Магний	0,5-2,3		
Медь	0,8-1,3	и по крайней мере один	
Железо	0,06-0,25	элемент из группы щелочно-	
Кремний	0,01-0,20	земельных металлов:	
Цирконий	0,07-0,20	Калий	0,0001-0,01
Марганец	0,001-0,1	Натрий	0,0001-0,01
Хром	0,001-0,05	Кальций	0,0001-0,01
Титан	0,03-0,10	Алюминий	– остальное

При этом должны соблюдаться соотношения между следующими элементами: $Zr+2Ti \leq 0,3\%$; соотношение $Si:Be \geq 0,2$.

Изделие, выполненное из этого сплава будет иметь повышенную на 10-20% весовую эффективность и надежность в эксплуатации, а также будет на 30-40% экономичнее при изготовлении.

RUSSIAN AGENCY FOR PATENTS
AND TRADEMARKS

FEDERAL INSTITUTE OF INDUSTRIAL PROPERTY (FIPS)

Registration No. 20/12-149

"14" March 2002

C E R T I F I C A T E

Federal Institute of Industrial Property of the Russian Agency For Patents and Trademarks certify hereby that the documents appended herewith represent a facsimile reproduction of the original Complete specification, claims and drawings (if any) of the Patent Application No. 99120975 filed on the **05th** day of the month of **October** in the year **1999** (05.10.99).

Title of the Invention: HIGH-STRENGTH ALUMINIUM-BASED
ALLOY AND PRODUCT MANUFACTURED
THEREFROM

Applicant: GOSUDARSTVENNOE PREDPRIYATIE
"VSEROSSIISKYNAUCHNO-ISSLEDOVATELSKY
INSTITUT AVIATIONNYKH MATERIALOV
(VIAM)

Actual Authors: FRIDLYANDER Iosif Naumovich
TKACHENKO Evgeniya Anatolievna
VALKOV Viktor Yakovlevich
BUDANOV Viktor Mikhailovich
KABLOV Evgeny Nikolaevich

On behalf of the Agency

A.L.Zhuravlev

Department Manager

High-strength Aluminum-based Alloy and Product Manufactured Therefrom

IPC C22C 21/00, 21/18

The proposed invention relates to the field of metallurgy and more particularly to high-strength alloys based on the Al-Zn-Mg-Cu system, intended for manufacturing pressed, forged and rolled semi-finished products, especially with massive sections, used for load-bearing parts of aircraft, trucks and cars, sea and river ships, agricultural machinery.

Known in the art is an aluminum-based alloy having the following chemical composition [1] (in percent by weight):

Zn	6.5-7.3
Mg	1.6-2.2
Cu	0.8-1.2
Fe	0.2-0.4
Si	< 0.2

This alloy has insufficiently high strength characteristics (σ_B , $\sigma_{0.2}$) and fracture toughness (K_{Ic}).

Products from this alloy have a limited weight efficiency and their service life is not high.

The closest analog, adopted as the prototype, is a high-strength aluminum alloy having the following composition (in percent by weight):

Zn	5.9-8.7
Mg	1.7-2.5
Cu	1.4-2.2
Fe	< 0.14
Si	< 0.11
Zr	0.05-0.15
Mn	< 0.02
Cr	< 0.02
Mg+Cu	< 4.1

This alloy has insufficiently high technological properties: fluidity, technological plasticity, and a lowered level of fracture toughness (K_{Ic}).

Products manufactured from this alloy, for instance, frames, have nonuniform strength properties and fracture toughness over the thickness, especially in the case of massive sections.

The technical object of the present invention is to provide an alloy with improved fluidity and technological plasticity characteristics, increased fracture toughness, as well as to provide uniformity of the mechanical properties and fracture toughness over the thickness of the product, while preserving high values of the strength properties, and to obtain a product from this alloy, possessing these properties.

For said object to be accomplished, there is proposed an aluminum-based alloy having the following composition, in weight percent:

Zinc	6.35-8.0
Magnesium	0.5-2.5
Copper	0.8-1.3
Iron	0.06-0.25
Silicon	0.01-0.20
Zirconium	0.07-0.20
Manganese	0.001-0.1
Chromium	0.001-0.05
Titanium	0.03-0.10
Beryllium	0.0001-0.05

and at least one metal from the group of alkaline-earth metals:

Potassium	0.0001-0.01
Sodium	0.0001-0.01
Calcium	0.0001-0.01
Aluminum	the balance

Alloying of the proposed alloy compared with the prototype with additional elements - Be and at least one element from the group of alkaline-earth metals - K, Na and Ca, owing to their interaction with oxide films and hydrogen present in the metal, leads to an increase in the alloy fluidity in casting, which makes it possible to carry out more effective filtering and degassing of molten metal, i.e., to raise the degree of its purity and, as a consequence, to improve the technological plasticity of ingots.

An optimal ratio of Zr and Ti in combination with a lower content of Cu and in the presence of at least one of the alkaline-earth metals - K, Na and Ca provide a higher level of fracture tightness, with the high level of strength properties being preserved owing to a reduction of the volume fraction of primary excess phases and their particulation, as well as a greater uniformity of the mechanical properties and fracture toughness over the product thickness due to the provision of a more uniform distribution of the particles of secondary phases over the micrograin volume, whereby a better hardenability of the proposed alloy is ensured.

Exemplary Embodiments

For carrying out experiments, ingots were cast from alloys whose compositions are listed in Table 1.

Forgings having a thickness (t) of 60, 100, 150, 200 mm were produced from homogenized ingots on a vertical press by upsetting techniques, and strips having a thickness (t) of 50 and 130 mm were produced on a horizontal press by pressing techniques.

The semi-finished products were subjected to heat treatment according to the following schedule: quenching - keeping temperature, 470°C; keeping time, depending on the thickness of the semi-finished product, varied from 1 to 3

hors; two-stage aging according to the schedule: 115°C, 6 hrs + 170°C, 10 hrs.

Fluidity of the alloys was evaluated by a standard method from the length of a straight rod cast into a metal mold.

Technological plasticity was evaluated by two methods: by upsetting cylindrical samples on a press till the appearance of a lateral crack, and by testing Gagarin samples on a stretching machine.

Strength properties and fracture toughness of the alloys were determined on standard samples cut out from different zones over the thickness (t) of the semi-finished products ($1/4t$ and $1/2t$) in the longitudinal (Δ or $\Delta\Pi$) and vertical (B or $B\Delta$) directions relative to the fiber direction.

The results of evaluating the technological properties of the alloys, listed in Table 2, indicate that the alloy of the proposed composition (Nos. 2-9) excels the prototype by as much as 1.2-1.4 times in the fluidity and technological plasticity characteristics.

As is seen from Table 3, the proposed alloy excels the known alloy in fracture toughness by as much as 1.4-1.7 times in the direction $B\Pi$ and by as much as 1.2-1.4 times in the direction $B\Delta$ with close strength characteristics. Maximum fracture toughness values were obtained on compositions Nos. 3-5, 7, 9, corresponding to the content ratio $Ti + Zr \leq 0.3$ and $Si:Be \geq 2$.

The data listed in Table 4 indicate that the proposed alloy, compared with the prototype, provides more uniform mechanical properties and fracture toughness over the thickness of semi-finished products, this being especially manifest on massive sections having a thickness ≥ 150 mm, in which the reduction of the strength characteristics and

fracture toughness in the $1/2t$ zone is 1.5–2 times less than in the known alloy.

The proposed alloy with improved fluidity, technological plasticity, fracture tightness properties and more uniform strength properties and fracture tightness over the thickness makes it possible to manufacture a wide range of forged, pressed and rolled semi-finished products, practically of any required shape and overall dimensions, especially of massive sections.

The use of the proposed alloy in the form of large-size monolithic products with uniform properties will make it possible to increase the weight efficiency of structures by 10–20% owing to reducing the number of butt joints and will provide a 15–20% increase in the operation reliability owing to an improvement in the fracture tightness characteristic.

An improvement in the technological properties of the alloy will provide a smaller number of rejects in the manufacture of products from the proposed alloy, and the use of large-size semi-finished products in structures will decrease the laboriousness of assembling and make the product 30–40% more economical.

The production, use of the proposed alloy and manufacturing products therefrom do not involve ecological deterioration of the environment, as is the case with the known alloy.

Table 1

Nos. Alloy		Chemical composition percent by weight													
		Zn	Mg	Cu	Fe	Si	Zr	Mn	Cr	Ti	Be	K	Na	Ca	Al
1	Proto-type	6.7	2.0	1.4	0.1	0.05	0.11	0.02	0.02	-	-	-	-	-	The balance
2	Pro-posed alloy	8.0	2.5	1.3	0.25	0.2	0.2	0.1	0.05	0.1	0.05	0.01	0.01	0.01	-"
3		7.0	2.0	1.1	0.13	0.1	0.13	0.05	0.03	0.06	0.025	0.005	0.005	0.005	-"
4		6.35	0.5	0.8	0.06	0.01	0.07	0.001	0.001	0.03	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	-"
5		6.75	1.9	1.2	0.12	0.06	0.13	0.02	0.02	0.07	0.03	-	-	0.008	-"
6		6.8	2.0	1.0	0.14	0.03	0.12	0.04	0.03	0.07	0.03	-	-	0.01	-
7		6.9	1.9	1.1	0.07	0.06	0.1	0.005	0.04	0.04	0.003	0.003	-	-	-"
8		7.0	2.0	1.1	0.13	0.03	0.13	0.05	0.02	0.05	0.042	0.005	-	0.01	-"
9		7.1	1.9	1.2	0.12	0.06	0.13	0.05	0.04	0.06	0.007	-	0.0005	0.0007	-"

Table 2

Technological properties of alloys

Alloy	Fluidity, mm	Technological plasticity, %	
		In upsetting on press	In stretching
1 (прототип)	270	70	85
2	360	89	135
3	370	94	140
4	370	97	138
5	380	95	135
6	365	87	133
7	375	95	145
8	360	88	135
9	385	95	143

Table 3

Properties of 150 mm thick forgings in central zone (1/2t)

Alloy	σ_B , MPa		$\sigma_{0.2}$, MPa		K_{1C} , MPa \sqrt{m}	
	Д	В	Д	В	ДП	ВД
1 (proto-type)	490	467	420	405	31.5	26.2
2	528	515	485	477	45.3	31.5
3	520	510	483	470	47.5	33.0
4	495	490	448	442	50.1	34.5
5	505	490	450	440	47.7	34.3
6	508	491	451	443	45.6	32.9
7	509	489	455	450	47.0	34.0
8	512	493	450	448	46.9	32.0
9	502	495	455	450	47.5	34.5

Table 4

Mechanical properties of semi-finished products of different thickness

Alloy	Kind of s/f product	Thickness of s/f product (t), mm	$\sigma_{0.2}(\Delta)$, MPa		$K_{1c}(\Delta\Pi)$, MPa \sqrt{m}		$\sigma_{0.2}(B)$, MPa		$K_{1c}(BD)$, MPa \sqrt{m}
			1/4t	1/2t	1/4t	1/2t	1/4t	1/2t	
Proto-type (composition No. 1)	Forging	60	470	468	-	37.1	-	445	30.1
		100	465	455	37.2	34.2	440	438	29.3
		150	440	430	35.0	31.5	425	400	26.2
		200	435	416	32.1	28.3	410	390	23.0
Proposed alloy (composition No. 5)	Press-strip	60	470	468	-	36.3	-	461	32.1
		130	455	430	35.7	33.1	440	415	30.8
	Forging	60	471	468	-	51.0	-	465	35.0
		100	465	462	49.6	49.1	460	455	34.8
		150	455	450	48.3	47.7	445	445	34.3
		200	450	445	46.5	46.0	445	435	34.0
	Press-strip	60	487	485	-	50.0	-	479	36.7
		130	485	485	45	48.0	483	480	36.0

References

- [1] Aluminum Alloys. Industrial Aluminum Alloys. A Handbook. Moscow, "Metallurgiya", 1984, p. 124 (in Russian).
- [2]. Application PCT/FR97/00144, PECHINEY (France), dated 25.01.1996.

CLAIMS

1. A high-strength aluminum-based alloy comprising zinc, magnesium, manganese, copper, iron, silicon, zirconium, manganese, chromium, characterized in that it is further comprises titanium, beryllium and at least one element from the group of alkaline-earth elements - potassium, sodium, calcium, with the following ratio of the compounds, in percent by weight:

Zinc	6.35-8.0
Magnesium	0.5-2.5
Copper	0.8-1.3
Iron	0.06-0.25
Silicon	0.01-0.20
Zirconium	0.07-0.20
Manganese	0.001-0.1
Chromium	0.001-0.05
Titanium	0.03-0.10
Beryllium	0.0001-0.05

and at least one metal from the group of alkaline-earth metals:

Potassium	0.0001-0.01
Sodium	0.0001-0.01
Calcium	0.0001-0.01
Aluminum	the balance

2. A high-strength aluminum-based alloy according to claim 1, characterized in that the sum $Zr + 2Ti \leq 0.3\%$.

3. A high-strength aluminum-based alloy according to claim 1, characterized in that the ratio $Si:Be \geq 2$.

4. A product manufactured from a high-strength aluminum-based alloy, characterized in that the alloy has the following chemical composition, percent by weight:

Zinc	6.35-8.0
Magnesium	0.5-2.5
Copper	0.8-1.3

Iron	0.06-0.25
Silicon	0.01-0.20
Zirconium	0.07-0.20
Manganese	0.001-0.1
Chromium	0.001-0.05
Titanium	0.03-0.10
Beryllium	0.0001-0.05

and at least one metal from the group of alkaline-earth metals:

Potassium	0.0001-0.01
Sodium	0.0001-0.01
Calcium	0.0001-0.01
Aluminum	the balance

Abstract

High-strength Aluminum-based Alloy and Product Manufactured Therefrom

The invention relates to the field of metallurgy, particularly to alloys based on the Al-Zn-Mg-Cu system, intended for manufacturing large-size parts of intricate configurations from massive, pressed, forged and rolled semi-finished products, used for internal aircraft frames and other structures.

The technical object of the invention is to improve the technological properties of alloys in casting (fluidity), in deformation (technical plasticity), and also to raise the service properties (crack resistance), with the high level of strength characteristics being preserved.

For said object to be accomplished, the alloy further comprises beryllium, titanium and at least one element from the group of alkaline-earth metals - potassium, sodium, calcium, with the following content of the components (in percent by weight):

Zinc	6.35-8.0
Magnesium	0.5-2.5
Copper	0.8-1.3
Iron	0.06-0.25
Silicon	0.01-0.20
Zirconium	0.07-0.20
Manganese	0.001-0.1
Chromium	0.001-0.05
Titanium	0.03-0.10
Beryllium	0.0001-0.05

and at least one metal from the group of alkaline-earth metals:

Potassium	0.0001-0.01
Sodium	0.0001-0.01

Calcium 0.0001-0.01

Aluminum the balance

The following relationships must be observed between the elements: the sum $Zr + 2Ti \leq 0.3\%$; the ratio $Si:Be \geq 0.2$.

The product manufactured from this alloy will have 10-20% higher weight efficiency and reliability in service, and will be 30-40% more economical in manufacture.